

동작관찰 과제지향훈련이 만성 뇌졸중환자의 균형 및 보행능력에 미치는 효과

김해리¹ · 이효정^{2*}

¹청주성모병원, ^{2*}한국교통대학교 물리치료학과

The Effects of Action-Observational Task Oriented Training on Balance and Gait Ability in Patients with Chronic Stroke

Kim Haeri, PT¹ · Lee Hyojeong, PT, Ph.D^{2*}

¹Cheongju Mary's Hospital

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation

Abstract

Purpose : This study was conducted to evaluate the effects of an task oriented training program combined with action-observation on balance and gait ability of patients with chronic stroke.

Method : The subjects of this study were 30 patients with hemiplegia who agreed to participate and were picked up. Participants were randomly divided into equal groups; namely, an experimental group that underwent task oriented training combined with action-observation for at least 30 minutes/day for 6 weeks and a control group that underwent general task-oriented training. Patients' balance was assessed using the Sway Length, Sway Area and Limit of Stability test. In addition, gait ability was assessed using the 10 Meter Walking Test to measure the taken to walk 10 meters. Gait time and speed taken to walk 10 meters were used to examine gait ability.

Results : There were significant improvements in the subscales of the balance and gait ability test of those who participated in the action-observational training program, while the control group showed only significant changes in the evaluation items of the sway length in eyes opened condition and gait time.

Conclusion : Therefore, Action-observational training program effectively improved the balance and gait ability in patients with stroke.

Key Words : sway length, sway area, limit of stability, 10meter walk test, action-observational task oriented training

*교신저자 : 이효정, leehj@ut.ac.kr

논문접수일 : 2018년 4월 2일 | 수정일 : 2018년 4월 25일 | 게재승인일 : 2018년 5월 18일

2017년 한국교통대학교 석사학위 논문을 수정 보완한 것임.

I. 서론

생활수준 및 의학 발달에 따른 평균 수명이 증가함에 따라 뇌졸중 환자 수는 점점 증가하면서(김경태 등, 2003) 뇌졸중은 세계적으로 건강관리의 문제와 성인의 신경계 장애에 있어 주된 관심사이다(Wolfe, 2000). 뇌졸중환자들은 인지 및 지각 장애, 편측무시 및 편마비, 근력약화, 협응 및 조절된 움직임이 결여되어 보행 능력의 상실로 이동이 제한되며, 이로 인해 일상생활이 어렵다(Carr & Shepherd, 2003; Miller 등, 2010; Sohlberg & Mateer, 2017; 이성란과 권혁철, 2003; 한태륜과 김진호, 2002).

만성 뇌졸중환자는 균형 및 자세조절에서 마비측의 근육 수축 패턴이 동원속도가 느려지는 변화로 인해 균형 장애가 나타난다(Kirker 등, 2000). 특히, 만성 뇌졸중환자는 신체가 안정성한계(limit of stability)내에서 무게 중심을 유지할 수 있는 균형 능력이 감소되어 선 자세에서의 자세동요(postural sway)가 커지며(Laufer 등, 2000; Eng와 Chu, 2002),마비측으로 질량중심과 압력중심점이 이동되지 못하여 비마비측으로 편중된다. 균형능력의 저하는 운동회복을 방해하여 일상생활로의 복귀를 어렵게 하고 낙상위험이 증가된다(Tyson 등, 2006).

또한 보행은 마비측의 짧은 입각기 시간과 긴 유각기 시간의 특징을 보인다. 이로 인해 보행속도가 감소되며, 보행시에도 에너지 소모를 많이 하는 비효율적인 보행 양상이 보인다(Kizony 등, 2010).

최근 만성 뇌졸중환자들의 균형 및 보행 능력을 향상시키기 위해 다양한 방법들이 임상에서 적용되고 있다. 이중 과제 지향 접근법은 시스템이론으로 신경학적 손상을 가진 환자의 재활에서 과제 특이성(task-specific)전략을 배워 환경변화에 적응하는 것으로, 기능적인 접근 방법의 모델이다. 만성 뇌졸중환자에게 균형과 가동성 관련 과제에 초점을 둔 과제 지향적 훈련은 균형능력에서 유의한 향상을 보였다(Kuberan 등, 2017). 이는 마비 측 사지를 이용하여 반복적이고 능동적으로 과제연습을 하는 학습으로, 신경 가역성의 긍정적인 효과를 전제로

하였다(Shepherd, 2001). 과제 지향 운동 중에서도 과제가 환자의 실제 환경차이로 인해 환자의 동기부여가 결여되어 훈련 효과와 효율성이 저하되고 있는 문제점을 해결하기 위해 최근에는 실제로 일상생활과 관련된 과제 연습 및 학습을 하고 환자의 수행능력 수준에 맞추어 자발적인 학습을 통한 기능향상에 초점을 둔 연구들이 시행되고 있다(최진욱, 2016). 그러나 기존 선행연구에서는 치료사의 구두지시 및 시범을 통해 환자가 운동수정을 하여 과제지향훈련을 하였기에 운동기술을 학습하는 훈련과정에서 치료사에 의존하여 행동수정하려는 경향이 있었으나 최근에는 훈련과정에서 운동기억을 형성하도록 유도하는 연구들이 있다.

기존의 경험 의존적인 신경 가역성을 일으킬 수 있는 감각입력을 저하시키는 재활 접근법들은 잔존 신경회로를 강화하기 보다는 주변이나 관련 신경회로들이 손상된 신경회로를 수행하는 간접적 회복을 발생시키는데, 이와 다르게 이전에 존재하는 네트워크의 재구성을 자극하는 동작관찰 접근법이 있다(Celnik 등, 2006; Cheng 등, 2008; Friel & Nudo, 1998; Levy 등, 2001). 동작관찰 훈련은 관찰한 동작을 기억하고 모방과 연습을 통해 학습과 관련된 새로운 운동기억을 형성한다(Stefan 등, 2005).

동작관찰훈련은 거울신경시스템의 발견을 바탕으로 동작관찰-실행 맞추기 방식으로 사용하는데, 이는 동작을 관찰하는 동안 동작을 수행하는 특정 효과기에 운동 표상을 만들어 운동기능의 학습을 극대화시키므로 효과적인 인지적 중재이며, 재활에 대한 동기부여까지 증진시킬 수 있다(Dettmers 등, 2014; 강권영, 2013).

만성 뇌졸중환자가 퇴원 후 가정에서 동작관찰훈련을 통해 지속적인 재활훈련을 진행할 수 있으며, 인지적 측면을 강조하여 거울신경세포시스템의 활성화를 통해 감각 운동계를 준비시켜 운동 연습을 하는 중재이면서도 경제-효율성면에서도 이점이 있는 중재법이다(김신균, 2014; 배선영과 국은주, 2012; Dettmers 등, 2014; Ertelt 등, 2007).

동작관찰을 통해 만성 뇌졸중환자에게 적용된 연구에서 기능 향상(Ewan 등, 2010), 균형과 보행(이현민과 이정아, 2016; 최효승과 남기원, 2014)의 효과는 다양하게 보고되고 있으며, 이와 같은 선행연구들은 움직임을 관찰하고 영상의 움직임들에 대한 신체훈련의 적용여부에 따른 변화들을 알아보기 위한 연구들이 대부분(김진영 등, 2012; 송수영, 2016)이었고, 관찰하는 영상의 형태를 조정하여 운동기억 형성에 따른 신체훈련의 효과를 확인하는 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 연구자가 고안한 동작관찰훈련을 만성 뇌졸중환자에게 적용하여 형성된 운동기억에 의한 균형 및 보행능력에서의 변화를 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

2017년 5월 1일부터 6월 10일 까지 설정한 기준에 부합하는 실험군 5명, 대조군 5명, 총 10명의 만성 뇌졸중환자를 대상으로 실시한 예비실험을 실시하였다. G-power 프로그램으로 두 군의 할당 비율 1:1, 유의 수준 값은 0.05, 검정력 값은 0.8로 설정하여 대상자 수를 산출하였다. 결과에 따라 실험군 15명, 대조군 15명, 총 30명을 무작위 배정하였다.

연구대상자는 뇌졸중 발병 후 6개월 이상이며, K-MMSE 점수가 24점 이상이며, 10 m 보행이 가능하며, 시력과 청력이 이상이 없고 정형외과적 심호흡계통에 이상이 없는 자로서 환자 본인과 보호자가 연구 참여에 동의한 자를 대상으로 선정하였다.

하지에 정형외과적 질환이 있거나 정형외과적 수술을 받은 자, 정신질환이 있거나 항정신성 약물을 복용하는 자, 편측무시(neglect)나 전정기관에 이상이 있는 자, 실험 6개월 이내에 하지의 BOTOX 주사를 투여 받은 만성 뇌졸중환자는 제외하였다.

모든 실험 대상자에게 충분히 연구에 대한 설명과 목적을 설명하였으며 자발적인 서면 동의서를 받아 한국

교통대학교 기관생명윤리심의의 승인을 얻고 실험을 진행 하였다(승인번호-KNUT IRB-43).

2. 연구방법

본 연구는 만성 뇌졸중환자의 균형 및 보행능력 향상을 위해 Mudge 등(2009)의 연구에서 사용된 과제를 수정 및 보완하여 훈련하였다. 총 8개의 과제를 이용하여 과제지향훈련의 효과를 검증하기위해 중재 전-후 검사를 실시하여 변화량을 비교하였다. 강권영(2013)의 연구와 같이 실험군은 동작관찰훈련 후 훈련하였고, 대조군은 동작관찰 없이 영상의 과제를 훈련하였다. 실험군과 대조군의 과제지향훈련의 과제 및 중재 방법은 다음의 표와 같다(표 1, 2).

표 1. 실험군과 대조군의 훈련 과제

훈련 과제
1. 일자서기
2. 한발서기
3. 발끝서기
4. 앞으로 걷기
5. 옆으로 걷기
6. 뒤로 걷기
7. 지그재그 걷기
8. 계단 오르내리기

1) 동작관찰 과제지향훈련군(실험군)

실험군은 표 1의 과제로 구성된 과제 지향적 훈련에 동작관찰을 병행하여 수행하였으며, 주차별 훈련 내용은 다음과 같다(표 2).

훈련 영상은 각 과제를 한명의 연구자가 수행하는 모습으로 좌, 우의 순으로 대상자의 입장을 고려하여 구성하였으며, 12.1인치 노트북 모니터를 사용하여 대상자와 30 cm 정도 떨어진 위치에서 조용한 방에서 앉아 관찰하였다. 첫째 날에는 비디오를 관찰하는 동안에 동작의 중요한 특징이나 움직임에 대해 설명해주었고 둘째 날부터는 비디오를 관찰하면서 스스로 동작을 파악하도록 하였다. 관찰 도중에는 동작을 모방할 수 없지만 관찰한

후에 운동 기억을 통해 동작을 반복적으로 모방하여 연습할 수 있도록 하였다. 훈련은 대상자가 과제 연습을 스스로 할 수 있도록 기회를 제공하였고, 과제를 기억하지 못하는 경우에는 해당 과제 비디오를 다시 관찰하게 한 후 기억하며 훈련하였다.

2) 과제지향훈련군(대조군)

대조군은 실험군이 수행하는 동일한 과제로 구성된

과제지향훈련으로 총 8개의 과제를 수행하기 이전에 수행하는 데 필요한 정보를 언어적 지시를 통해 제공하였고, 이후에 바로 신체훈련을 수행하였다. 대상자가 과제 연습을 스스로 할 수 있도록 기회를 제공하였고, 훈련도중 과제를 수행하지 못하는 경우에는 연구자가 시범을 보여준 후 바로 수행하도록 하여 훈련하였다. 주차별 상세 내용은 표 2 내용과 같다.

표 2. 주차별 증재방법

주차	동작관찰 과제지향훈련군 (실험군)	시간 (분)	주차	과제지향훈련군 (대조군)	시간 (분)
1~2 주차	한과제마다 동영상 관찰	1.5분	1~6 주차	한과제마다 언어적 지시	1.5분
	과제수행	1.5분		과제수행	1.5분
	총 8개 과제수행	총 24분		총 8개 과제수행	24분
3~6 주차	과제 전체 동영상 관찰	12분	휴식	2개 과제마다 2분 * 3회, 총 6분 휴식	
	기억하여 과제수행	12분			
	총 8개 과제수행	총 24분			

3. 연구도구

본 연구에서 균형은 균형측정시스템을 이용하여 압력 중심점(Center Of Pressure, COP)의 동요거리(Sway length, SL), 압력중심점의 동요면적(Sway area, SA), 안정성한계(Limit Of Stability, LOS)를 사용하여 평가하였고, 보행능력은 10m 걷기검사(10Meter Walk Test, 10MWT)를 통해 보행시간과 보행 속도를 평가하였다.

1) 균형평가

본 연구에서는 대상자들을 BT-4(balance platform, Hur, Kkoarla, Finland)을 사용하여 증재 전·후에 균형을 평가

하였다. 측정 장비의 발판은 전후와 내·외측 움직임을 감지하는 센서가 있는 사각형 플랫폼으로 컴퓨터로 연결되어 균형지수를 평가하여 전송된다. 대상자는 신발을 벗고 플랫폼 위에 서서 측정한다. 컴퓨터에 내재된 제한된 균형 프로그램의 지시에 따르며 연구대상자의 압력 중심점(COP)의 변위를 측정하고, 시간에 따른 자세동요를 측정한다. 압력중심점의 동요거리(SL)와 동요면적(SA) 측정은 눈을 뜬 상태(Eye Open, EO)와 감은 상태(Eye Close, EC)에서 평가하며, 안정성한계(LOS) 측정은 전·후, 좌·우 방향에서 최대 기울기 값을 추출한다. COP의 이동 범위에 대한 신뢰도는 ICC=.77 ~ .94를 보였다(Granacher 등, 2011).

2) 보행능력 평가

본 연구에서는 보행능력 평가를 위해 10m 걷기검사를 통해 10 m를 걷는 시간과 보행속도를 평가하였다.

보행시간을 평가하기 위해 Dean 등(2000)의 방법으로 처음 2 m와 마지막 2 m를 측정에서 제외하고 총 14 m를 편안한 속도로 걷게 하였다. 이 검사 방법의 측정자내 신뢰도는 ICC=0.89 ~ 1.00이고 측정자간 신뢰도는 ICC=0.87로 보고되었다(Dobkin, 2005). 이 검사 도구의 검사-재검사 신뢰도는 ICC=0.87이다(Wade, 1992).

보행 속도에 대한 값은 14 m를 걷게 하여 2 m의 가속 구간과 2 m의 감속구간을 뺀 10 m 구간에 소요되는 시간을 측정하여 구하였다(Ng 등, 2012). 대상자들에게 1회의 연습과정을 거친 후 가능한 안전하면서도 빠른 속도로 2회 걷도록 하여 이중 가장 빠른 보행속도를 기록하였다(Ng 등, 2012). 이 검사 도구의 검사-재검사 신뢰도는 ICC=.88. ~ .97이다(Flansbjerg 등, 2005).

5. 자료처리

본 연구에서 SPSS Ver. 18.0을 사용하여 측정된 모든 자료의 평균과 표준편차를 산출하였다. 자료처리는 모든 변수의 자료는 Shapiro-Wilk 검정으로 정규성을 확인하

였고, 카이제곱 검정(Chi-squared test) 및 독립 t 검정(independent t-test)을 통해 두 집단의 동질성 검정을 하였다. 집단 내 중재 방법에 따른 종속변수의 전후 비교를 위하여 대응 t-검정(paired t-test)을 하였고, 집단 간 중재 방법에 따른 종속변수의 변화량을 비교하기 위하여 독립 t-검정(independent t-test)을 이용해 분석하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

이 연구는 동작관찰훈련의 적용에 따른 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력에 미치는 효과를 알아보고자 연구 목적에 따라 균형 및 보행능력에 대한 변화를 분석 및 기술하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 대상자의 일반적 특성

연구대상자의 구체적인 특성은 다음과 같다(표 3). 두 군 사이에 대상자들의 성별, 마비측, 나이, 신장, 체중, 병력기간, K-MMSE점수의 동질성검정에는 유의한 차이가 없었다($p > .05$).

표 3. 대상자 일반적인 특성

	Experimental (n=15)	Control (n=15)	χ^2/t	p
Sex	Male	8	.800	.371
	Female	7		
Hemisphere	Left	8	-.354	.726
	Right	7		
Age(year)	61.46±11.41	62.06±11.59	-.143 ^a	.887
Height(cm)	161.00±8.98	161.54±8.71	-.167 ^a	.869
Weight(kg)	63.46±10.99	64.32±9.47	-.231 ^a	.819
Onset(month)	14.13±3.56	13.53±4.06	.430 ^a	.671
K-MMSE(score)	27.27±1.62	26.87±2.03	.596	.556

^a대상자 양적변수의 동질성검정 t값

2. 균형의 변화

균형은 압력중심점의 동요거리, 동요면적(표 4)과 안정성한계(표 5)를 평가하였다.

1) 압력중심점의 동요거리(SL)

(1) 눈을 뜬 상태(SLEO)

실험군의 중재 전 평균값이 500.58 mm이었고 중재 후 평균값이 391.94 mm로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.01). 대조군의 중재 전 평균값은 500.58 mm이었고, 중재 후 평균값은 467.73 mm로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 실험군과 대조군의 전후 평균차이의 변화를 비교해보면 실험군은 108.63 mm 감소, 대조군은 32.51 mm 감소로 실험군보다 대조군의 변화량이 더 크고 통계적으로 유의하였다(p<.05)(표 4).

(2) 눈을 감은 상태(SLEC)

실험군의 중재 전 평균값이 846.45 mm이었고 중재 후

평균값은 718.06 mm로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 대조군의 중재 전 평균값은 846.39 mm이었고, 중재 후 평균값이 832.05 mm로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>.05). 실험군과 대조군의 전후 평균차이의 변화를 비교해보면 실험군은 128.38 mm 감소, 대조군은 14.33 mm 감소로 실험군이 대조군보다 변화량이 더 크고 통계적으로 유의하였다(p<.05)(표 4).

2) 압력중심점의 동요면적(SA)

(1) 눈을 뜬 상태(SAEO)

실험군의 중재 전 평균값이 590.47 mm²였고 중재 후 평균값이 517.03 mm²로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.01). 대조군의 중재 전 평균값은 585.20 mm²였고, 중재 후 평균값은 515.95 mm²로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.01). 실험군과 대조군의 전후 평균차이의 변화를 비교해보면 실험군은 73.43 mm² 감소, 대조군은 69.25 mm² 감소로 실험군이 대조군보다 변

표 5. 안정성한계의 비교

		Experimental(n=15)	Control(n=15)	t	p
LOS-forward	Pre	2.81±0.75 ^a	2.87±1.36	-.147 ^b	.884
	Post	3.22±0.66	3.27±1.36		
	Post-Pre	.41±.35	.40±.98	-.101	.921
	t	4.437	2.266		
	p	.001**	.040*		
LOS-reward	Pre	1.89±1.34 ^a	1.88±1.30	.026 ^b	.979
	Post	2.44±1.24	2.19±1.41		
	Post-Pre	.54±.49	.30±.72	1.054	.301
	t	4.264	1.627		
	p	.001**	.126		
LOS-leftward	Pre	3.38±1.99 ^a	3.35±2.32	.035 ^b	.972
	Post	3.91±1.92	3.57±2.08		
	Post-Pre	.52±.51	.22±.47	1.627	.126
	t	4.009	.933		
	p	.001**	.361		
LOS-rightward	Pre	4.06±0.92 ^a	4.01±1.80	.095 ^b	.925
	Post	4.66±0.90	4.45±1.89		
	Post-Pre	.60±.48	.43±.98	.593	.558
	t	4.164	1.727		
	p	.001**	.106		

LOS: Limit of stability

^a평균±표준편차, ^b사전종속변수의 동질성검정 t값, *p<.05, **p<.01

화량이 더 크지만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$)(표 4).

(2) 눈을 감은 상태(SAEC)

실험군의 중재 전 평균값이 726.72 mm²였고 중재 후 평균값이 620.13 mm²로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 대조군의 중재 전 평균값은 736.00 mm²였고, 중재 후 평균값은 723.45 mm²로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 실험군과 대조군의 전후 평균차이의 변화를 비교해보면 실험군은 106.59 mm² 감소, 대조군은 12.54 mm² 감소로 실험군이 대조군보다 변화량이 더 크지만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$)(표 4).

3) 안정성한계(LOS)

(1) 전방(LOS-forward)

실험군의 중재 전 평균값이 2.81 °였고 중재 후 평균값이 3.22 °로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 대조군의 중재 전 평균값은 2.87 °였고, 중재 후 평균값은 3.27 °로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 실험군과 대조군의 전후 평균차이의 변화를 살펴보면 실험군은 .41 ° 증가, 대조군은 .40 ° 증가로 실험군이 대조군보다 변화량이 더 크지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$)(표 5).

(2) 후방(LOS-reward)

실험군의 중재 전 평균값이 1.89 °였고 중재 후 평균값이 2.44 °로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 대조군의 중재 전 평균값은 1.88 °였고, 중재 후 평균값은 2.19 °로 중재 전·후에 통계적으로 유

표 4. 압력중심점의 동요거리 및 동요면적의 비교

		Experimental(n=15)	Control(n=15)	t	p
SLEO (mm)	Pre	500.58±243.10 ^a	500.58±254.12	.004 ^b	.997
	Post	391.94±226.12	467.73±244.98		
	Post-Pre	-108.63±119.51	-32.51±45.47	-2.306	.029 [*]
	t	-3.521	-2.770		
	p	.003 ^{**}	.015 [*]		
SLEC (mm)	Pre	846.45±415.38 ^a	846.39±372.48	.000 ^b	1.00
	Post	718.06±326.23	832.05±368.97		
	Post-Pre	-128.38±170.31	-14.33±27.893	-2.559	.016 [*]
	t	-2.920	-1.990		
	p	.011 [*]	.067		
SAEO (mm ²)	Pre	590.47±340.23 ^a	585.20±342.41	.042 ^b	.967
	Post	517.03±337.48	515.95±365.24		
	Post-Pre	-73.43±65.59	-69.25±83.73	-.152	.880
	t	-4.336	-3.203		
	p	.001 ^{**}	.006 ^{**}		
SAEC (mm ²)	Pre	726.72±390.67 ^a	736.00±309.70	-.072 ^b	.943
	Post	620.13±377.79	723.45±680.10		
	Post-Pre	-106.59±68.04	-12.54±689.03	-.526	.603
	t	-4.437	-.070		
	p	.001 ^{**}	.945		

SLEO: Sway length eyes open, SLEC: Sway length eyes close, SAEO: Sway area eyes open, SAEC: Sway area eyes close

^a평균±표준편차, ^b사전종속변수의 동질성검정 t값, * $p<.05$, ** $p<.01$

의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$). 실험군과 대조군의 전·후 평균차이의 변화를 비교해보면 실험군은 .54 ° 증가, 대조군은 .30 ° 증가로 실험군이 대조군보다 변화량이 더 크지만 통계적으로 유의하지 않았다($p>.05$)(표 5).

(3) 좌측(LOS-leftward)

실험군의 중재 전 평균값이 3.38 °였고 중재 후 평균값이 3.91 °로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 대조군의 중재 전 평균값은 3.35 °였고, 중재 후 평균값은 3.57 °로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 실험군과 대조군의 전·후 평균차이의 변화를 비교해보면 실험군은 .52 ° 증가, 대조군은 .22 ° 증가로 실험군보다 대조군의 변화량이 더 크지만 통계적으로 유의하지 않았다($p>.05$)(표 5).

(4) 우측(LOS-rightward)

실험군의 중재 전 평균값이 4.06 °였고 중재 후 평균값이 4.66 °로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 대조군의 중재 전 평균값은 4.01 °였고, 중재 후 평균값은 4.45 °로 중재 전, 후에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 실험군과 대조군의 전·후 평균차이의 변화를 비교해보면 실험군은 .60 ° 증가, 대조군은 .43 ° 증가로 실험군이 대조군보다 변화량이 더 크지만 통계적으로 유의하지 않았다($p>.05$)(표 5).

3. 보행능력의 변화

보행능력은 10m 걷기검사를 통해 보행시간과 보행속도를 평가하였다(표 6).

1) 보행시간(Gait time)

보행시간은 실험군의 중재 전 평균값이 33.95 sec였고 중재 후 평균값이 31.65 sec로 중재 전, 후에 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 대조군의 중재 전 평균값은 34.79 sec였고, 중재 후 평균값이 33.16 sec로 중재 전·후에 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 실험군과 대조군의 전·후 평균값 변화량 차이를 비교해보면 실험군은 2.30 sec 감소, 대조군은 1.63 sec 감소로 실험군이 대조군보다 변화량이 더 크지만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$)(표 6).

2) 보행속도(Gait speed)

실험군의 중재 전 평균 보행속도는 평균값이 .35 m/sec였고 중재 후 평균값이 .38 m/sec로 중재 전·후에 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 대조군의 중재 전 평균값은 .41 m/sec였고, 중재 후 평균값이 .44 m/sec로 중재 전·후에 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 실험군과 대조군의 전·후 평균값 변화량 차이를 비교해보면 실험군은 .04 m/sec 증가, 대조군은 .03 m/sec 증가로 실험군이 대조군보다 변화량이 더 크지만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$)(표 6).

표 6. 보행 능력의 비교

		Experimental(n=15)	Control(n=15)	t	p
gait time (sec)	Pre	33.95±15.34 ^a	34.79±26.10	-.107 ^b	.916
	Post	31.65±15.79	33.16±26.23		
	Post-Pre	-2.30±2.81	-1.63±2.43	-.702	.489
	t	-3.173	-2.596		
	p	.007 ^{**}	.021 [*]		
gait speed (m/s)	Pre	.35±.13 ^a	.41±.23	.220 ^b	.828
	Post	.38±.15	.44±.25		
	Post-Pre	.04±.05	.03±.06	-.933	.359
	t	-2.639	-2.054		
	p	.019 [*]	.059		

^a평균±표준편차, ^b사전중속변수의 동질성검정 t값, * $p<.05$, ** $p<.01$

IV. 고찰

만성 뇌졸중환자에 대한 다양한 접근 방법 중 과제지향훈련은 일상생활에 필요한 기능적인 훈련을 반복 연습함으로써(Carr와 Shepherd, 2003) 그리고 동작관찰훈련은 동작을 관찰하고 모방함으로써(Ertelt 등, 2007) 신경계의 긍정적인 변화를 유도한다. 만성 뇌졸중환자의 운동 연습을 위해 감각 운동계를 준비시키는 중재 중에서도 저비용으로 쉽게 적용할 수 있는 방법은 동작관찰훈련이다(배선영과 국은주, 2012). Ewan 등(2010)은 뇌졸중환자의 재활에 타당한 중재 접근법이 될 수 있다고 제안하였다.

이와 같은 근거로 본 연구에서는 만성 뇌졸중환자를 대상으로 동작관찰 과제지향훈련을 실시하고 균형 및 보행 능력에 미치는 효과를 비교하고 또한 동작관찰훈련에서 형성된 운동기억에 의한 균형 및 보행능력에서의 변화를 알아보려고 하였다.

Van Merriënboer과 Ayres(2005)의 연구에서는 전체과제연습을 통해 대상자들이 과제와 수행 결과를 관련지어 훈련과정을 예측할 수 있고, 훈련 과정 중 요구되는 정보와 운동기술을 통합하고 조정할 수 있다고 하였다. 또한, 전체과제연습이 다양한 활동에 대한 동영상 관찰을 통해 과제를 수행하는데 필요한 수행지식을 제공함으로써 스스로 전체 움직임을 계획, 실행하고 전체적인 상황을 파악하여 기능적 향상에 도움을 준다고 하였다(이현민과 이정아, 2016). 이는 본 연구에서 대상자에게 학습을 시작 전에 과제의 전체적인 형태를 제시하고 훈련에 참여하게 하는 실험군의 1-2주차 훈련방법과 유사한 것이 하나의 과제를 수행하기 위해 전체적인 여러 동작들을 반복해서 관찰하고 신체훈련을 수행한 것이다. Lim 등(2009)의 연구에서는 과제연습방법의 형태에 따른 복합적인 인지 기술의 획득과 전이를 알아보았는데, 전체과제 연습방법이 인지 기술의 획득과 전이에 더욱 효과적이었다. 또한, Van Merriënboer 등(2006)은 단순한 과제를 활용한 훈련방법보다 복잡한 과제를 활용한 훈련

방법이 학습의 전이와 강화에서 효과적이라고 보고하였다. 움직임을 관찰하는 것만으로도 운동수행에 대한 계획과 기억에 도움을 주며, 관찰과 신체훈련을 병행하면 더욱 운동기억 형성을 활성화 시킬 수 있다(Stefan 등, 2005). 이에 본 연구에서는 실험군 훈련 시, 1-2주차에 획득된 인지기술과 운동기억을 통해 3주차부터는 학습된 과제들을 암기하여 수행할 수 있도록 시작 전에 전체 과제들을 비디오로 제시하고 훈련에 참여하게 하였다. Jeong 등(2013)의 연구에서는 동영상 관찰하는 관점에 따라 일상생활활동의 수행에 있어서도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 훈련과제를 동영상 관찰을 통해 학습하는 과정에서 활성화된 시각적 정보가 움직임에 대한 정보를 제공하였고(Kim과 Park, 2007), 과제에 대한 정보뿐 아니라 그에 대한 모방 및 이해가 반복적인 신체훈련을 통해 운동기억을 형성하여 획득된 기억력으로 더 기능적이고 향상된 결과를 얻은 것으로 보인다.

본 연구의 균형 평가 중 눈을 뜨고, 감은 상태에서의 압력중심점의 동요거리와 동요면적을 통해 알아본 중재 전·후값 모두 실험군에서 유의한 차이를 보였으며, 대조군은 눈을 뜬 상태에서의 압력중심점의 동요거리와 동요면적을 통해 알아본 중재 전·후값에서만 유의한 차이를 보였다. 실험군과 대조군의 변화량 비교에서는 압력중심점의 동요거리에서만 군간 유의한 차이가 나타났다.

안정성 한계의 중재 전·후의 변화량을 살펴보면 실험군의 전·후, 좌우측 안정성한계에서 모두 통계적으로 유의한 수준의 증가를 보였다. 대조군에서는 전방 안정성 한계에서 유의한 차이가 나타났다. 하지만 군간 변화량 비교에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

양용필과 김수진(2017)의 연구에서는 20명의 뇌졸중환자에게 동작관찰훈련을 4주간 적용하여 균형에 영향을 미치는 시각, 안뜰계, 중추신경계의 기능과 균형을 대변하는 안정성 한계에 유의한 향상을 보였으며, 최효승과 남기원(2014)은 연구에서 Good balance system 장비를 이용하여 동요거리 및 동요면적의 평균속도의 감소로 균형의 유의한 향상이 있었다. 또한, Hiyamizu 등(2014)의 연구에서는 실험군에게 다른 사람의 동작을 관찰한

후 실제 훈련을 하였고 대조군은 동작관찰훈련을 하지 않고 균형지수를 비교하였는데 군간 유의한 차이가 있었으며 균형의 향상을 보인 본 연구의 결과와 일치한다.

이는 동작관찰 과제지향훈련의 대상자가 활동 시 신체 조절과 균형이 향상되었음을 보고하며, 이는 본 연구의 결과를 지지해 준다.

또한 동작관찰훈련 후 동요의 감소는 선 자세에서의 안정성 증가로, 이는 대상자가 동작관찰을 통하여 시각을 동반한 수행지식의 제공으로 효과적인 균형훈련이 이루어졌고, 이는 운동기억을 형성하여 반복적인 과제 학습을 통해 고유수용성 감각과 안뜰계의 자극을 촉진하여 압력중심점의 동요가 감소된 것으로 보인다(김선진, 2009; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

본 연구 결과에서 보행 평가 중 보행시간의 중재 전·후의 변화량을 살펴보면 실험군과 대조군 모두 유의한 차이가 있었으나, 군간 변화량 비교에서 그룹간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

보행속도에서의 중재 전·후의 변화량은 실험군만 보행속도의 유의한 향상이 있었으나, 대조군은 유의한 차이가 없었다. 군간 변화량 비교에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이현민과 이정아(2016)등의 연구에서는 뇌졸중환자 27명을 대상으로 과제와 서로 다른 관찰방법에 따라 세 그룹으로 나누어 동작관찰훈련을 실시하여 보행능력에서 세 그룹 모두 유의한 감소가 보였으며, 송요한(2016)은 24명의 만성 뇌졸중환자를 대상으로 4주간 관찰 영상에 따라 두 그룹으로 나누어 동작관찰훈련을 실시하여 10 m 걷기검사 평가항목에서 실험군과 대조군 모두 유의한 감소를 보고하였고, 이는 본 연구의 결과를 지지해 준다. 또한, Bang 등(2013)은 만성 뇌졸중환자 30명에게 동작관찰훈련을 적용하여 대조군보다 실험군에서 보행속도 검사항목에서 유의한 증가를 보이며, 본 연구의 결과와 일치하는 결과를 보였다. 이는 Page 등(2001)의 동작관찰훈련이 동작관찰과 모방을 결합하여 운동 상상으로 이전의 운동 경험들을 상기하고 이해하게 되며, 치료 효과에 긍정적으로 작용한다는 주장을 뒷받침한다고 볼 수 있다.

동작관찰훈련은 과제를 동영상을 통한 학습으로 과제에 대한 이해도와 기억력을 필요로 하여 긍정적인 피드

백을 주는 훈련환경을 만들어주며(김진영 등, 2012) 수행능력을 증진시켜 준다고 했다. 만성 뇌졸중환자에게 동작을 관찰하면 실제 동작을 실행하는 동안 활성화 되는 영역과 동일한 운동 투사영역이 활성화 된다는 연구 결과를 통해서 동작관찰훈련이 실제 행동의 기폭제 역할을 했을 것으로 추정된다는 주장을 뒷받침한다고 볼 수 있다(Binkofski & Buccino, 2006; Fabbri-Destro & Rizzolatti, 2008; Ewan 등, 2010). 이에 본 연구에서도 뇌졸중환자가 동작관찰훈련을 통해 관찰 후 과제에 대해 능동적인 참여와 실제 동작에 관여하는 운동회로의 활성화로 신체 조절 능력 및 기능적이고 향상된 수행능력의 경험이 운동기능과 균형조절 능력에 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각할 수 있다.

본 연구의 제한점 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 30명 소수의 만성 뇌졸중환자만을 대상자수로 하였기에 표본수가 적어 연구 결과를 일반화하기 어려우므로, 향후 연구에서 더 많은 대상자를 적용한 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구에서는 하지와 관련하여 보행, 균형을 대상으로 만성 뇌졸중환자의 운동능력을 평가하였으나, 추후의 연구에서는 더 다양한 방식의, 실질적인 보행을 통한 평가나 일상생활과 연관되는 평가 방법을 통하여 변화의 수준을 측정해야 할 필요가 있다.

셋째, 6주간의 비교적 짧은 기간으로 연구결과에 일반화하기 어렵다는 제한점을 가지고 있어 향후 중재 기간 확대 및 추적조사를 하여 중재기간에 따른 지속효과를 확인하는 연구를 시행할 필요가 있다.

넷째, 본 연구결과의 만성 뇌졸중환자의 균형과 보행능력 증진에 기여했을 것으로 여겨지는 운동 기억과 모방 등 인지적 요인에 대한 객관적인 평가 방법을 통하여 변화의 수준을 측정 할 필요가 있다.

다섯째, 본 연구에서 중재기간 동안 대상자들의 일상생활에서의 생활습관적요인, 영양상태 및 환경적인 요인에 대해 통제하지 못했다는 제한점이 있어 결과의 변수로 작용했을 가능성이 있었을 것이라 사료된다. 향후 연구에서는 일상적인 생활습관 및 영양 상태에 대한 통제가 필요하다.

V. 결론

본 연구에서는 만성 뇌졸중환자에게 동작관찰훈련이 균형과 보행능력에 미치는 효과를 비교하고자 하였다.

만성 뇌졸중환자 30명을 대상으로 6주 동안 실험군 15명은 동작관찰 과제지향훈련을, 대조군인 15명에게는 일반적인 과제지향훈련을 적용하여 비교 연구한 결과, 중재 후 실험군에서 균형, 보행능력에서 유의한 차이가 나타났다. 대조군에서는 눈을 뜬 상태에서의 압력중심점의 동요거리와 보행시간 항목에서만 유의한 차이가 있었고, 이외에 항목에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 실험군과 대조군의 중재 전, 후 변화량의 비교에서는 눈을 뜬 상태와, 눈을 감은 상태에서의 동요거리에서만 유의한 차이가 있었으나, 이외의 항목에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 6주간의 비디오 동작관찰을 병행한 과제 지향적 운동의 적용은 뇌졸중 환자의 균형과 보행속도의 향상에 유용하다고 할 수 있다. 현재 우리나라의 임상재활 환경에서 동작관찰을 적용한 재활 훈련치료는 전통적 재활치료와 비교되며 많은 연구가 이루어지고 있지만, 뇌졸중 환자를 대상으로 운동기억의 형성을 목표로 한 연구는 미비한 실정이다. 앞으로 다양한 연구를 통해 동작관찰을 이용한 중재법들을 발전시켜 나간다면 뇌졸중 환자의 재활에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 강권영(2013). 뇌졸중환자의 동작관찰 보행훈련이 시·공간적 지표와 재활동기에 미치는 영향. 대한물리의학회지, 8(3), 351-360.
- 김경태, 이경민, 김구 등(2003). 입원중 사망한 뇌졸중 환자의 사망 시기와 원인. 대한재활의학회지, 27(4), 494-499.
- 김선진(2009). 운동학습과 제어: 인간 움직임의 원리와 응용, 서울, 대한미디어.
- 김신균(2014). 동작관찰훈련과 인지운동치료가 뇌졸중환자의 균형 및 보행에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 박사학위 논문.
- 김진영, 한경주, 서태화(2012). 동작관찰훈련과 심상훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향. 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 6(4), 305-312.
- 배선영, 국은주(2012). 동작관찰 신체훈련이 만성 뇌졸중 환자의 상지운동기능과 일상생활동작에 미치는 영향. 한국신경재활학회지, 2(2), 1-9.
- 송수영(2016). 리듬 청각 자극을 동반한 동작관찰 신체훈련이 만성 뇌졸중 환자의 하지 근활성도와 보행능력에 미치는 영향. 호남대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 송요한(2016). 동작관찰을 동시에 적용한 트레드밀 훈련이 만성기 뇌졸중 환자의 보행능력과 근활성도에 미치는 영향. 호남대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 양용필과 김수진(2017). 관찰형태에 따른 동작관찰 훈련이 뇌졸중 환자의 안정성 한계와 동적보행능력에 미치는 영향. 대한물리의학회지, 12(1), 67-74.
- 이민영, 신원섭, 김경환 등(2014). 동작관찰훈련이 뇌졸중 환자의 일어서기 동작 시 근수축 개시시간과 비대칭성에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지, 12(1), 19-25.
- 이성란, 권혁철(2003). 뇌졸중 환자의 인지기능이 일상생활 활동에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 10(3), 41-51.
- 이현민, 이정아(2016). 이중과제 동작관찰 신체훈련이 만성 뇌졸중 환자의 보행 능력과 일상생활 활동에 미치는 영향. 대한물리의학회지, 11(2), 83-91.
- 최진욱(2016). 환자 중심 과제훈련프로그램이 만성뇌졸중 환자의 균형, 보행능력 및 자기효능감에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 박사학위 논문.
- 최효승, 남기원(2014). 동작관찰훈련이 만성 뇌졸중 환자의 균형능력에 미치는 영향. 한국산학기술학회논문지, 15(6), 3759-3765.
- 한태륜, 김진호(2002). 재활의학. 서울, 군자출판사.
- Bang DH, Shin WS, Kim SY, et al(2013). The effects of action observational training on walking ability in chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial. Clin Rehabil, 27(12), 1118-1125.

- Binkofski F, Buccino G(2006). The role of ventral premotor cortex in action execution and action understanding. *J Physiol Paris*, 99(4), 396-405.
- Carr JH, Shepherd RB(2003). *Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill*. New York, Butterworth-Heinemann Medical.
- Celnik P, Stefan K, Hummel F, et al(2006). Encoding a motor memory in the older adult by action observation. *Neuroimage*, 29(2), 677-684.
- Cheng Y, Lee PL, Yang CY, et al(2008). Gender differences in the mu rhythm of the human mirror-neuron system. *PLoS One*, 3(5), e2113.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F(2000). Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(4), 409-417.
- Dettmers C, Nedelko V, Hassa T, et al(2014). "Video therapy": Promoting hand function after stroke by action observation training—a pilot randomized controlled trial. *Int J Phys Med Rehabil*, 2(189), 2.
- Dobkin BH(2005). Clinical practice. Rehabilitation after stroke. *N Engl J Med*, 352(16), 1677-1684.
- Eng JJ, Chu KS(2002). Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(8), 1138-1144.
- Ertelt D, Small S, Solodkin A, et al(2007). Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage*, 36, 164-173.
- Ewan LM, Kinmond K, Holmes PS(2010). An observation-based intervention for stroke rehabilitation: experiences of eight individuals affected by stroke. *Disabil Rehabil*, 32(25), 2097-2106.
- Fabbri-Destro M, Rizzolatti G(2008). Mirror neurons and mirror systems in monkeys and humans. *Physiology*, 23(3), 171-179.
- Flansbjer UB, Holmbäck AM, Downham D, et al(2005). Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *J Rehabil Med*, 37(2), 75-82.
- Friel KM, Nudo RJ(1998). Recovery of motor function after focal cortical injury in primates: compensatory movement patterns used during rehabilitative training. *Somatosens Mot Res*, 15(3), 173-189.
- Granacher U, Bridenbaugh SA, Muehlbauer T, et al.(2011). Age-related effects on postural control under multi-task conditions. *Gerontology*, 57(3), 247-255.
- Heyes CM, Foster CL(2002). Motor learning by observation: evidence from a serial reaction time task. *The Q J Exp Psychol A*, 55(2), 593-607.
- Hiyamizu M, Maeoka H, Matsuo A, et al.(2014). Effects of self-action observation on standing balance learning: a change of brain activity detected using functional near-infrared spectroscopy. *NeuroRehabil*, 35(3), 579-585.
- Jeong WS, Yun TW, Choi YJ, et al.(2013). The effect of action observation on motor function of paretic upper extremity in stroke patients: Single subject study. *J Korean Soc Phys Med*, 8(2), 271-280.
- Kim TH, Park SB(2007). Changes in the electroencephalogram patterns during motor imagery and action observation of elbow flexion and extension. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 31(11), 987-999.
- Kirker SG, Simpson DS, Jenner JR, et al(2000). Stepping before standing: hip muscle function in stepping and standing balance after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 68(4), 458-464.
- Kizony R, Levin MF, Hughey L, et al(2010). Cognitive load and dual-task performance during locomotion poststroke: a feasibility study using a functional virtual environment. *Phys Ther*, 90(2), 252-260.
- Kuberan P, Vijaya KK, Joshua AM, et al(2017). Effects of task oriented exercises with altered sensory input on balance and functional mobility in chronic stroke: a pilot randomized controlled trial. *Bangladesh J Med Sci*, 16(2), 307.
- Laufer Y, Dickstein R, Resnik S, et al(2000). Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults

- upon stepping on stairs of various heights. *Clin Rehabil*, 14(2), 125-129.
- Levy CE, Nichols DS, Schmalbrock PM, et al(2001). Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper-limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy. *Am J Phys Med Rehabil*, 80(1), 4-12.
- Lim J, Reiser RA, Olina Z(2009). The effects of part-task and whole-task instructional approaches on acquisition and transfer of a complex cognitive skill. *Educational Technology Research and Development*, 57(1), 61-77.
- Miller EL, Murray L, Richards L, et al(2010). Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient. *Stroke*, 41(10), 2402-2448.
- Mudge S, Barber PA, Stott NS(2009). Circuit-based rehabilitation improves gait endurance but not usual walking activity in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(12), 1989-1996.
- Ng SS, Ng P, Lee CY, et al(2012). Walkway lengths for measuring walking speed in stroke rehabilitation. *J Rehabil Med*, 44(1), 43-46.
- Page SJ, Levine P, Sisto S, et al(2001). A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke. *Clin Rehabil*, 15(3), 233-240.
- Shepherd RB(2001). Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: driving neural reorganization?. *Neural Plast*, 8(1-2), 121-129.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH(2007). *Motor control: translating research into clinical practice*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins.
- Sohlberg MM, Mateer CA(2017). *Cognitive rehabilitation: An integrative neuropsychological approach*. New York, Guilford Publications.
- Stefan K, Cohen LG, Duque J, et al(2005). Formation of a motor memory by action observation. *J Neurosci*, 25(41), 9339-9346.
- Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al(2006). Balance disability after stroke. *Phys Ther*, 86(1), 30-38.
- Van Merriënboer JJ, Ayres P(2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 5-13.
- Van Merriënboer JJ, Kester L, Paas F(2006). Teaching complex rather than simple tasks: Balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 343-352.
- Wade DT(1992). Measurement in neurological rehabilitation. *Curr Opin Neurol Neurosurg*, 5(5), 682-686.
- Wolfe CD(2000). The impact of stroke. *Br Med Bull*, 56(2), 275-286.